

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

1c821 U.S. PTO
09/867709



Signature
04
10-30-01

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

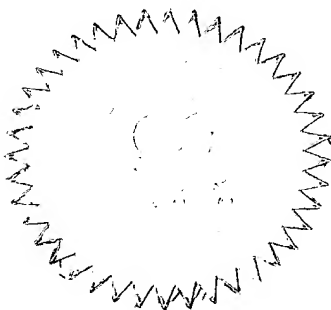
This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 48986 호
Application Number

출원년월일 : 2000년 08월 23일
Date of Application

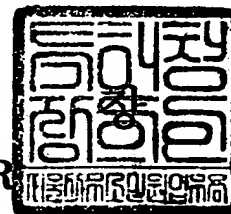
출원인 : 삼성전자 주식회사
Applicant(s)

2000 년 12 월 29 일



특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0012
【제출일자】	2000.08.23
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	다중 파장 표면광 레이저 및 그 제조방법
【발명의 영문명칭】	Multiple wavelength vertical-cavity surface emitting laser and method for manufacturing thereof
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【포괄위임등록번호】	1999-009578-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	송영진
【성명의 영문표기】	SONG,Young Jin
【주민등록번호】	660902-1249116
【우편번호】	449-070
【주소】	경기도 용인시 역북동 472번지 주공아파트 1동 108호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	남승호
【성명의 영문표기】	NAM,Seung Ho

【주민등록번호】	600803-1009018
【우편번호】	463-070
【주소】	경기도 성남시 분당구 야탑동 531번지 선경아파트 111동 704호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최병룡
【성명의 영문표기】	CHOI, Byoung Lyong
【주민등록번호】	620714-1000228
【우편번호】	137-063
【주소】	서울특별시 서초구 방배3동 593-94 신성빌라 가동 103호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	유재호
【성명의 영문표기】	YOU, Jae Ho
【주민등록번호】	690401-1057138
【우편번호】	150-073
【주소】	서울특별시 영등포구 대림3동 762-1 우성아파트 2동 1405호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 필 (인) 대리인 최흥수 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	2 면 2,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	31,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

개시된 다중 파장 표면광 레이저는, 기판과, 기판 상에 연속적인 제조 공정에 의해 형성된 복수의 표면광 레이저를 구비하며, 각 표면광 레이저는, 기판 상에 일 형으로 도핑되고 굴절율이 서로 다른 반도체 물질층을 교번 적층하여 된 하부 반사기층과, 하부 반사기층 상에 형성된 활성층과, 활성층 상에 다른 형으로 도핑된 중간층과, 중간층 상에 광이 출사되는 윈도우를 갖도록 형성된 상부 전극과, 상부 전극 상에 굴절율이 서로 다른 유전체 물질을 얻고자하는 공진 파장에 적합한 층 두께로 교번 적층하여 된 유전체 반사기층을 포함하며, 유전체 반사기층의 유전체층 두께 조절에 의해 공진 파장을 조절하여 파장이 서로 다른 복수의 레이저광을 생성할 수 있도록 된 것을 특징으로 한다.

따라서, 유전체 반사기층의 유전체층 두께를 조절하여 공진 파장을 조절하므로, 간단하고 신뢰도가 높은 공정으로 연속적인 제조 공정에서 복수의 표면광 레이저 각각으로부터 소망하는 파장의 광이 나오도록 할 수 있다.

【대표도】

도 2

【명세서】

【발명의 명칭】

다중 파장 표면광 레이저 및 그 제조방법{Multiple wavelength vertical-cavity surface emitting laser and method for manufacturing thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 다중 파장 표면광 레이저의 일 예를 보인 개략적인 단면도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 파장 표면광 레이저를 보인 개략적인 단면도,

도 3은 도 2에서 유전체 반사기층의 유전체층 두께 변화에 따른 공진 파장의 변화를 보인 그래프,

도 4 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 파장 표면광 레이저 제조방법을 설명하기 위한 각 단계별 표면광 레이저의 개략적인 단면도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

20...기판

21...하부 반사기층

23...활성층

25...중간층

27...상부 전극

29...하부 전극

28...고저항부

30,40...표면광 레이저

31,41...유전체 반사기층

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<11> 본 발명은 다중 파장 표면광 레이저 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 하나의 반도체 기판 상에 연속적인 제조 공정을 통하여 형성된 서로 다른 파장의 광을 조사하는 복수의 표면광 레이저를 구비하는 다중 파장 표면광 레이저 및 그 제조방법에 관한 것이다.

<12> 일반적으로, 표면광 레이저는 모서리 발광 레이저(edge emitting laser)와는 달리 절삭된 반도체 물질층에 대하여 수직인 방향으로 광을 출사한다. 이 표면광 레이저는 모서리 발광 레이저에 비해 방사각이 작고 원형에 가까운 광을 발생시키며, 하나의 반도체 웨이퍼 상에 복수개를 원하는 배열로 집적 할 수 있어, 이차원 배열이 용이하다. 그러므로, 표면광 레이저는 그 응용면에서 모서리 발광 레이저에 비해 커다란 이점이 있다.

<13> 통상적으로, 광을 이용한 LAN 시스템, WDM(wavelength-division multiplexing) 방식을 이용하는 장, 단거리 통신 등, 파장이 서로 다른 복수의 레이저광을 필요로 하는 분야에서는, 상기와 같은 표면광 레이저를 소망하는 파장에 대응되게 각각 별도로 제작하고, 이를 하나의 기판 상에 접합하여 사용하였다. 하지만, 각각 별도로 제작된 복수의 표면광 레이저를 하나의 기판 상에 접합하는 방식은 각 표면광 레이저의 결합오차로 인한 광학적 정렬 오차가 크고, 제조 공정이 복잡하여 제조단가가 매우 높은 단점이 있으며, 표면광 레이저의 이점을 충분히 활용하지 못한 측면이 있다.

<14> 이러한 점을 감안하여, 종래에는 일반적인 표면광 레이저 구조에 공진 파장을 제어

하는 층을 더 구비하여, 연속적인 제조 공정으로 제조할 수 있는 다중 파장 표면광 레이저 구조가 제안된 바 있다.

<15> 도 1을 참조하면, 종래의 다중 파장 표면광 레이저는, 하부-DBR(distributed bragg reflector)층(1), AlAs 공급층(3), AlGaAs 튜닝(tuning)층(5), 활성층(7), 전류 흐름을 제한하는 고저항부(9), 상부-DBR층(11)을 포함하는 반도체 적층 구조를 가진다. 여기서, 상기 AlGaAs 튜닝층(5)의 곡선 부분은 산화된 영역을 나타내는 것으로, AlGaAs 튜닝층(5)은 그 두께로 인하여 수증기 분위기에 노출되어 그 외측부로부터 산화되는 부분의 두께가 일정하지 않다. AlGaAs 튜닝층(5)의 두께가 얇으면, 산화되는 부분의 두께는 상대적으로 균일해진다.

<16> 반도체 상기와 같은 반도체 적층 구조를 갖는 종래의 다중 파장 표면광 레이저는 소망하는 공진 파장을 얻기 위해, 후공정을 통해 상기 AlGaAs 튜닝층(5)의 산화율을 조정하여 공진기 길이를 변화시킨다. 즉, 상기 AlGaAs 튜닝층(5)의 굴절율이 3.4에서 1.6으로 변화되면, 이는 그 두께가 12% 감소한 것에 해당한다.

<17> 따라서, 상기와 같이 후공정을 통하여 AlGaAs 튜닝층(5)의 산화율을 변화시켜 굴절율을 바꾸어주면, 공진 파장의 튜닝이 가능하므로, 연속적인 제조 공정에서 어레이로 제작된 복수의 표면광 레이저 각각으로부터 소망하는 파장의 광이 나오는 다중 파장 표면광 레이저를 제조할 수 있다.

<18> 그런데, 상기와 같은 종래의 다중 파장 표면광 레이저는, AlGaAs 튜닝층(5)의 Al 함량에 따른 산화율이 급격히 변하므로, 정밀한 공정 제어가 어렵고 재현성이 떨어진다. 또한, 산화시에 AlGaAs 튜닝층(5)과 AlAs 공급층(3) 사이에 기계적인 응력이 발생하여 신뢰성이 저하되는 단점이 있다.

<19> 더욱이, 산화된 AlGaAs 튜닝층(5)은 전류를 통과시키지 못하므로, 상기와 같은 구조를 갖는 종래의 다중 파장 표면광 레이저는, 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 AlGaAs 튜닝층(5) 위쪽(A영역)에 하부 방향의 전기적인 컨택을 위한 구조를 형성해야 하며, 이에 따라 구조가 복잡하고 많은 공정을 필요로 하는 단점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 본 발명은 상기한 바와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로, 광학 증착기를 이용하는 광학 코팅방법에 의해 공진 파장을 조절할 수 있도록 있어, 종래에 비해 공정이 간단하고 신뢰성이 높은 다중 파장 표면광 레이저 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

【발명의 구성 및 작용】

<21> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저는, 기판과; 상기 기판 상에 연속적인 제조 공정에 의해 형성된 복수의 표면광 레이저;를 구비하며, 각 표면광 레이저는, 상기 기판 상에 일 형으로 도핑되고 굴절율이 서로 다른 반도체 물질층을 교번 적층하여 된 하부 반사기층과; 상기 하부 반사기층 상에 형성된 활성층과; 상기 활성층 상에 다른 형으로 도핑된 중간층과; 상기 중간층 상에 광이 출사되는 윈도우를 갖도록 형성된 상부 전극과; 상기 상부 전극 상에 굴절율이 서로 다른 유전체 물질을 얻고자하는 공진 파장에 적합한 층 두께로 교번 적층하여 된 유전체 반사기층;을 포함하며, 상기 유전체 반사기층의 유전체층 두께 조절에 의해 공진 파장을 조절하여, 파장이 서로 다른 복수의 레이저광을 생성할 수 있도록 된 것을 특징으로 한다.

<22> 이때, 상기 유전체 반사기층은 굴절율이 서로 다른 두 종류의 유전체 물질로 이루

어진 것이 바람직하다.

<23> 바람직하게는, 상기 유전체 반사기층은 TiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , HfO , SiO_2 , MgF_2 으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 두 유전체 물질로 이루어진다.

<24> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저 제조방법은, 기판을 준비하고, 준비된 기판 상에 일 형으로 도핑되고 굴절율이 서로 다른 반도체 물질을 교번 적층하여 된 하부 반사기층과, 이 하부 반사기층 상에 활성층, 이 활성층 상에 다른 형으로 도핑된 중간층을 순차로 형성하는 단계와; 식각에 의하여 상기 중간층, 활성층 및 하부 반사기층의 일부를 제거하여, 복수의 표면광 레이저 배치를 형성하는 단계와; 각 표면광 레이저의 중간층 상에 광이 출사되는 윈도우를 가지는 상부 전극을 형성하는 단계와; 각 표면광 레이저의 상부 전극 상에 서로 다른 유전체 물질을 얹고자 하는 공진 파장에 적합한 층 두께로 교번 적층하여 유전체 반사기층을 형성하는 단계;를 포함하여 된 것을 특징으로 한다.

<25> 여기서, 상기 유전체 반사기층은 광학 증착기를 이용하여 형성되는 것이 바람직하다.

<26> 이하, 첨부된 도면들을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 다중 파장 표면광 레이저 및 그 제조방법을 상세히 설명한다.

<27> 도 2를 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 파장 표면광 레이저는, 기판(20)과, 이 기판(20) 상에 연속적인 제조 공정에 의해 형성되고, 서로 다른 파장(λ_1 , λ_2)의 광을 각각 발생시키는 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)를 포함한다. 그리고, 상기 기판(20)의 하면에는 상기 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)에 공통적으로

사용되는 하부 전극(29)이 형성되어 있다.

<28> 상기 기판(20)은 소정 불순물 예컨대, n형의 불순물을 함유하는 갈륨아세나이드(GaAs), 인듐포스포러스(InP) 등의 반도체 물질로 되어 있다.

<29> 상기 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)는, 기판(20)쪽으로부터 순차로 적층 형성된 하부 반사기층(21), 활성층(23) 및 중간층(25)을 포함하며, 상기 중간층(25) 상에는 광이 출사되는 윈도우(27a)를 갖는 상부 전극(27)이 형성되어 있다. 그리고, 상기 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)는 각각 상부 전극(27) 상에 형성된 제1 및 제2유전체 반사기층(31)(41)을 구비한다. 여기서, 상기 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)의 배치는 후술하는 바와 같이, 기판(20) 상에 하부 반사기층(21), 활성층(23), 중간층(25)을 순차로 적층 형성한 다음, 상기 하부 반사기층(21)의 적어도 일부까지 소정 영역을 식각함에 의해 정해진다.

<30> 상기 하부 반사기층(21)은 서로 굴절율이 다른 반도체 화합물층이 교대로 수쌍 내지 수십쌍 적층되어 이루어진 DBR(distributed bragg reflector)로, 상기 기판(20)과 같은 형으로 도핑되어 있다. 이 하부 반사기층(21)은 예를 들면, n형의 불순물이 도핑된 $Al_xGa_{1-x}As$ 와 $Al_yGa_{1-y}As$ ($x \neq y$, x, y 값은 가변 가능)가 교대로 적층되어 이루어진다.

<31> 상기 활성층(23)은 단일 또는 다중 양자-우물(quantum well) 구조 또는 초격자(super lattice)구조를 가진다. 이 활성층(23)은 전류가 인가될 때, 상기 중간층(25)과 하부 반사기층(21)쪽에서 이동되어 온 정공과 전자가 재결합되는 영역으로, 전자와 정공의 결합에 따른 에너지 천이에 의하여 광을 발생시킨다.

<32> 상기 중간층(25)은 상기 하부 반사기층(21)과 반대형으로 도핑되어 있으며, 상기

유전체 반사기층(31)(41)과 함께 상부 반사기층을 이룬다. 상기 중간층(25)은 예를 들면, p형의 불순물이 도핑된 $Al_xGa_{1-x}As$ 와 $Al_yGa_{1-y}As$ ($x \neq y$, x, y 값은 가변가능)가 교대로 적층되어 이루어진다. 상기 중간층(25)의 최상층은 중간층(25)이 후공정을 위해 공기 중에 노출될 때 중간층(25)에 함유된 Al의 산화를 막고, 또한, 상부 전극(27)과의 오믹 콘택을 위해 상기 중간층(25)과 같은 형의 불순물로 오버 도핑된 캡층(26)이 구비된 것이 바람직하다. 이 캡층(26)은 예를 들면, GaAs로 이루어진다.

<33> 여기서, 상기 하부 반사기층(21), 활성층(23) 및 중간층(25)은 유기금속 기상화학 증착(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 및/또는 분자 빔 에피택셜(MBE: Molecular Beam Epitaxial) 공정에 의해 제조된다.

<34> 한편, 상기 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)의 중간층(25) 내에는 각각 원도우(27a) 저면을 제외한 영역에 전류 흐름을 제한하는 고저항부(28)가 더 포함된 것이 바람직하다. 이 고저항부(28)는 선택적 산화법(selective oxidation)이나 양성자 주입법에 의해 형성된다.

<35> 상기 제1 및 제2표면광 레이저(30)(40)의 제1 및 제2유전체 반사기층(31)(41)은 추가적인 유기금속 기상화학증착 및/또는 분자 빔 에피택셜 공정이 필요 없어 공정이 단순화될 수 있도록, 간단한 일반적인 광학 증착기를 이용하는 광학 코팅 방법에 의해 제조된 것이 바람직하다.

<36> 상기 제1 및 제2유전체 반사기층(31)(41)은 각각 굴절율이 서로 다른 유전체 물질이 얻고자 하는 공진 파장(λ_1 , λ_2)에 적합한 층 두께로 교대로 적층되어 이루어진다. 이 제1 및 제2유전체 반사기층(31)(41)은 예를 들면, TiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , HfO , SiO_2 , MgF

2 등으로 이루어진 유전체 물질군으로부터 선택된 굴절율이 서로 다른 어느 두 유전체 물질로 이루어진 것이 바람직하다.

<37> 상기한 바와 같은 적층 구조를 갖는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 파장 표면광 레이저는 예를 들어, 표 1에서와 같은 광학적 데이터를 갖도록 형성될 수 있다.

<38> 표 1에서, No. 1 - 6은 하부 반사기층(21) 영역, No.7 - 13은 활성층(23) 영역, No.14 - 21은 중간층(25) 영역, No.22 - 24는 유전체 반사기층(31)(41) 영역에 해당한다. 하부 반사기층(21) 영역의 No.1 - 4의 반도체층은 40회 반복 적층되며, 활성층(23) 영역의 No. 9 - 10의 반도체층은 2회 반복 적층되고, 유전체 반사기층(31)(41)의 No. 22 - 23의 유전체층은 7회 반복 적층된다. 중간층(25) 영역의 No.21은 캡층(26)을 나타낸다.

<39>

【표 1】

No.	층의 두께	물질	Al의 함유량(x)	층 수
25	공 기			
24	$\lambda / 4$	TiO ₂		×1
23	$\lambda / 4$	SiO ₂		×7
22	$\lambda / 4$	TiO ₂		×7
21	100 Å	GaAs	0	×1
20	210 Å	Al(x)GaAs	0.92-0.2	×1
19	367 Å	Al(x)GaAs	0.92	×1
18	210 Å	Al(x)GaAs	0.2-0.92	×1
17	307 Å	Al(x)GaAs	0.2	×1
16	210 Å	Al(x)GaAs	0.98-0.2	×1
15	200 Å	Al(x)GaAs	0.98	×1
14	364 Å	Al(x)GaAs	0.92	×1
13	1044 Å	Al(x)GaAs	0.3-0.92	×1
12	130 Å	Al(x)GaAs	0.3	×1
11	70 Å	GaAs	0	×1
10	100 Å	Al(x)GaAs	0.3	×2
9	70 Å	GaAs	0	×2
8	130 Å	Al(x)GaAs	0.3	×1
7	1044 Å	Al(x)GaAs	0.92-0.3	×1
6	467 Å	Al(x)GaAs	0.92	×1
5	210 Å	Al(x)GaAs	0.2-0.92	×1
4	407 Å	Al(x)GaAs	0.2	×40
3	210 Å	Al(x)GaAs	0.92-0.2	×40
2	467 Å	Al(x)GaAs	0.92	×40
1	210 Å	Al(x)GaAs	0.2-0.92	×40
0	N+ GaAs 기판			

<40> 본 출원인의 실험에 의하면, 표 1에서와 같은 광학적 데이터를 갖는 표면광

레이저(30)(40)에서는, 하부 반사기층(21)이 845 nm의 중심 파장과 0.999786의 최대 반사율을 가지고, 유전체 반사기층(31)(41)이 0.997의 최대 반사율을 가지며, No. 22 - 24의 유전체층의 두께가 800 nm의 1/4일 때, 도 6에 도시된 바와 같이 837.07 nm의 공진 파장이 얻어진다. 또한, No. 22- 24의 유전체층의 두께가 840 nm의 1/4일 때는 842.93 nm의 공진 파장이 얻어지며, 상기 유전체층의 두께가 870 nm의 1/4일 때는 847.51nm의 공진 파장이 얻어진다.

<41> 상기와 같이 유전체층의 두께 조절에 의해 공진 파장을 변화시킬 수 있는 원리는 다음과 같다.

<42> 즉, 통상적으로 레이저 장치에서 발진 파장은 에탈론 공진기에 의해 결정된다. 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저에서, 중간층(25) 및 유전체 반사기층(31 또는 41) 구성과 하부 반사기층(21)은 에탈론 공진기를 이루며, 활성층(23)은 에탈론 공진기 내의 스페이서에 해당한다.

<43> 그러므로, 하부 반사기층(21)의 투과율, 반사율 및 반사된 광의 위상을 각각 T_b, R_b^+, ϕ_b , 중간층(25)과 유전체 반사기층(31 또는 41)의 투과율, 반사율 및 반사된 광의 위상을 각각 T_a, R_a^+, ϕ_a , 활성층(23)에서의 광 위상 변화를 σ 라 할 때, 에탈론 공진기의 공진모드는 수학식 1에서 투과율(T)이 최대가 될 때이다. 여기서, 상기 σ 는 수학식 2를 만족한다.

<44> 【수학식 1】

$$T = \frac{T_a T_b}{[1 - (R_a^- R_b^+)^{0.5}]^2} \left[1 + \frac{4 R_a^- R_b^+}{[1 - (R_a^- R_b^+)^{0.5}]^2} \sin^2 \left(\frac{\phi_a + \phi_b}{2} - \sigma \right) \right]^{-1}$$

<45> 【수학식 2】

$$\sigma = [2\pi n d] / \lambda$$

<46> 여기서, n 은 활성층(23)의 굴절율, d 는 활성층(23)의 물리적인 두께, λ 는 파장이다.

<47> 따라서, 따라서 에탈론 공진기의 공진모드는, 사용되는 물질 및 적층수에 의해 하부 반사기층(21), 중간층(25) 및 유전체 반사기층(31 또는 41)의 반사율이 정해지면, ϕ_a, ϕ_b, σ 에 의해 결정된다.

- <48> 그런데, 표 1에서 알 수 있는 바와 같이, 유기금속 기상화학증착 및/또는 분자 빔 에피택셜 공정에 의해 제조되어, 다중 파장 표면광 레이저를 이루는 모든 표면광 레이저 (30)(40)에 공통적으로 적용되는 하부 반사기층(21), 활성층(23) 및 중간층(25)에 대해, $\phi_{b>\sigma}$ 와 유전체 반사기층(31)(41)에 의해 결정되는 부분을 제외한 ϕ_a 의 일부분은 이미 결정되므로, 상부 반사기층 역할의 대부분을 차지하는 유전체 반사기층(31 또는 41)에 의해 반사되는 광의 위상 ϕ_a 에 변화가 발생하면 공진 조건이 달라지게 된다. 이때, 유전체 반사기층(31 또는 41)에 의해 반사되는 광의 위상(ϕ_a)은 유전체 반사기층(31 또는 41)을 이루는 복수의 유전체층의 두께에 의존하여 변화되므로, 유전체층의 두께를 변화시키면 공진 파장을 바꿀 수 있다.
- <49> 따라서, 상기한 바와 같은 본 발명에 따르면, 추가적인 유기금속 기상화학증착 및/또는 분자 빔 에피택셜 공정을 반복하지 않고, 후공정으로서 리소그래피 기술과 광학 증착기를 사용하는 광학 코팅 기술을 이용하여 유전체 반사기층(31)(41)을 형성함으로써, 연속적인 제조 공정에서 복수의 표면광 레이저(30)(40) 각각으로부터 소망하는 파장의 레이저광이 나오는 다중 파장 표면광 레이저를 제조할 수 있다.
- <50> 이하, 도 4 내지 도 9를 참조하면서, 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저의 제조방법을 설명한다.
- <51> 도 4에 도시된 바와 같이, 기판(20)을 준비하고, 이 기판(20) 상에 순차로 일형으로 도핑되고 굴절율이 서로 다른 반도체 물질을 교번 적층하여 된 하부 반사기층(21), 활성층(23) 및 상기 하부 반사기층(21)과 다른 형으로 도핑된 중간층(25)을 형성한다.
- <52> 여기서, 상기 하부 반사기층(21), 활성층(23) 및 중간층(25) 등은 유기 금속 기상 화학증착(MOCVD) 장비나 분자 빔 에피택셜(MBE) 장비 등의 반도체 성장 장비를 이용하여

에피택셜 성장(epitaxial growth)법에 의해 제조한다.

<53> 이어서, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 중간층(25) 상에 원하는 복수의 표면광 레이저(30)(40) 배치를 형성하기 위한 패턴을 갖는 식각용 마스크(51)를 위치시킨후, 건식 식각에 의하여 일부 영역에 위치된 중간층(25), 활성층(23), 하부 반사기층(21)의 적어도 일부를 제거한다. 이에 따라, 각각 전기적으로 독립 구동 가능한 복수의 표면광 레이저(30)(40) 배치가 원하는 형태로 형성된다.

<54> 그런 다음, 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 마스크(51)를 제거한 후, 중간층(25) 상에 광이 출사되는 윈도우(27a)를 갖는 상부 전극(27)을 형성한다. 여기서, 상기 상부 전극(27)을 먼저 형성한 다음 복수의 표면광 레이저(30)(40) 배치를 형성하는 건식 식각 과정이 이루어질 수도 있다.

<55> 상기 하부 반사기층(21), 활성층(23), 중간층(25) 및 상부 전극(27)은 동일 기판(20) 상에 형성되어 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저를 이루는 모든 복수의 표면광 레이저(30)(40)에 공통적이다.

<56> 이후, 도 7에 도시된 바와 같이, 파장이 λ_1 인 광이 발생해야 할 표면광 레이저(30)의 상부 전극(27) 상에 공진 파장이 λ_1 이 되도록 유전체 반사기층(31)을 증착한다.

<57> 그 다음으로, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 파장(λ_1)과는 다른 파장이 λ_2 인 광이 발생해야 할 표면광 레이저(40)의 상부 전극(27) 상에 공진 파장이 λ_2 가 되도록 유전체 반사기층(41)을 증착한다.

<58> 상기과 같은 유전체 반사기층(31)(41)을 증착하는 단계는 본 발명에 따른 다중 파

장 표면광 레이저에서 요구되는 서로 다른 파장을 갖는 레이저광의 수에 대응되게 반복된다.

<59> 이때, 상기 유전체 반사기층(31)(41)은 광학 증착기를 사용하여 제조되며, 유전체 반사기층(31)(41)을 증착 과정을 반복하는 과정 중에 리소그래피가 이용된다.

<60> 상기와 같이 원하는 공진 파장에 적합한 유전체 반사기층(31)(41)을 증착하는 과정이 완료되고 나서, 마지막으로 도 9에 도시된 바와 같이, 기판(20) 하면에 하부 전극(29)을 형성하면 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저의 제조가 완료된다.

<61> 한편, 상기 하부 전극(29) 형성 이전에 상기 중간층(25)의 일부 영역에 양성자 주입 또는 선택적 산화법에 의해 고저항부(28)를 형성하는 단계를 더 포함하는 것이 바람직하다. 이 고저항부(28)를 형성하는 단계는 상부 전극(27) 형성 이전에 이루어질 수도 있다.

<62> 상기한 바와 같은 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저는, 간단한 제조 공정에 의해 제조 가능하므로, 광을 이용한 LAN 시스템, WDM 방식을 이용하는 장, 단거리 통신 등, 파장이 서로 다른 복수의 레이저광을 필요로 하는 분야에 적용시, 저가화에 크게 기여할 수 있다.

<63> 이상에서는 설명상의 편의를 위하여, 본 발명에 따른 다중 파장 표면광 레이저가 2개의 서로 다른 파장의 레이저광을 출사하도록 2개의 표면광 레이저(30)(40)로 이루어진 경우를 예를 들었다. 따라서, 복수의 표면광 레이저(30)(40)의 배치 및 원하는 레이저광의 파장 배치는 설계 조건에 따라 다양하게 변형될 수 있다.

【발명의 효과】

<64> 상기한 바와 같은 본 발명에 따르면, 유전체 반사기층의 유전체층 두께를 조절하여 공진 파장을 조절하므로, 종래에 비해 간단하고 신뢰도가 높은 공정으로 연속적인 제조 공정에서 복수의 표면광 레이저 각각으로부터 소망하는 파장의 광이 나오는 다중 파장 표면광 레이저를 제조할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판과; 상기 기판 상에 연속적인 제조 공정에 의해 형성된 복수의 표면광 레이저;
를 구비하며,

각 표면광 레이저는, 상기 기판 상에 일 형으로 도핑되고 굴절율이 서로 다른 반도체 물질층을 교번 적층하여 된 하부 반사기층과; 상기 하부 반사기층 상에 형성된 활성층과; 상기 활성층 상에 다른 형으로 도핑된 중간층과; 상기 중간층 상에 광이 출사되는 윈도우를 갖도록 형성된 상부 전극과; 상기 상부 전극 상에 굴절율이 서로 다른 유전체 물질을 얻고자하는 공진 파장에 적합한 층 두께로 교번 적층하여 된 유전체 반사기층;을 포함하며, 상기 유전체 반사기층의 유전체층 두께 조절에 의해 공진 파장을 조절하여, 파장이 서로 다른 복수의 레이저광을 생성할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 유전체 반사기층은 굴절율이 서로 다른 두 종류의 유전체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유전체 반사기층은 TiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , HfO_2 , SiO_2 , MgF_2 으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 두 유전체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 활성층과 전극 패턴 사이에 전류의 흐름을 제한하는 고저항 부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저.

【청구항 5】

기판을 준비하고, 준비된 기판 상에 일 형으로 도핑되고 굴절율이 서로 다른 반도체 물질을 교번 적층하여 된 하부 반사기층과, 이 하부 반사기층 상에 활성층, 상기 활성층 상에 다른 형으로 도핑된 중간층을 순차로 형성하는 단계와;

식각에 의하여 상기 중간층, 활성층 및 하부 반사기층의 일부를 제거하여, 복수의 표면광 레이저 배치를 형성하는 단계와;

각 표면광 레이저의 중간층 상에 광이 출사되는 윈도우를 가지는 상부 전극을 형성하는 단계와;

각 표면광 레이저의 상부 전극 상에 서로 다른 유전체 물질을 얻고자 하는 공진 파장에 적합한 층 두께로 교번 적층하여 유전체 반사기층을 형성하는 단계;를 포함하여 된 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저 제조방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 유전체 반사기층은 굴절율이 서로 다른 두 종류의 유전체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저 제조방법.

【청구항 7】

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 유전체 반사기층은 TiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , HfO_2 ,

SiO_2 , MgF_2 으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 두 유전체 물질로 이루어진 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저 제조방법.

【청구항 8】

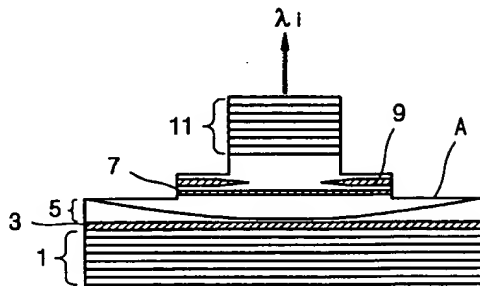
제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 유전체 반사기층은 광학 증착기를 이용하여 형성되는 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저 제조방법.

【청구항 9】

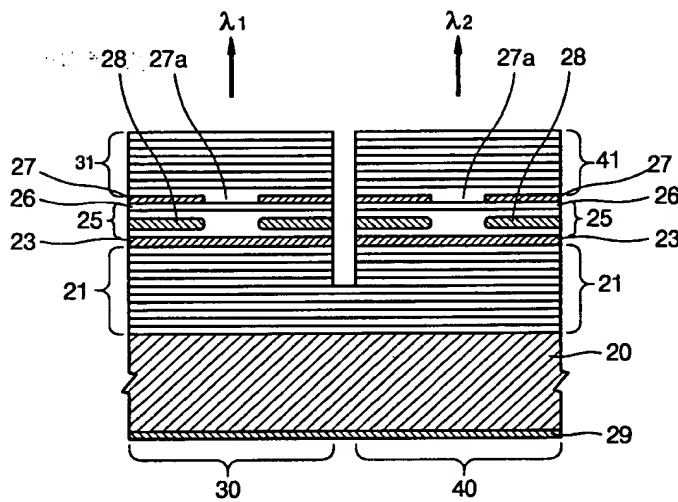
제5항에 있어서, 상기 활성층과 전극 패턴 사이에 전류의 흐름을 제한하는 고저항 부를 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 파장 표면광 레이저 제조방법.

【도면】

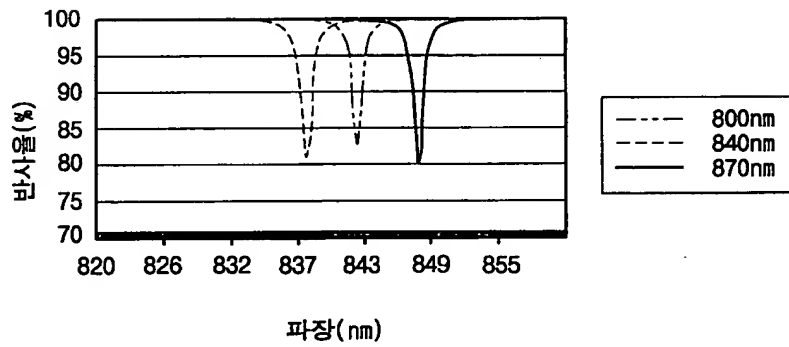
【도 1】



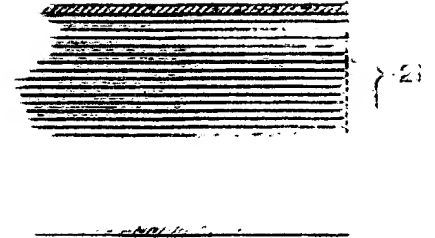
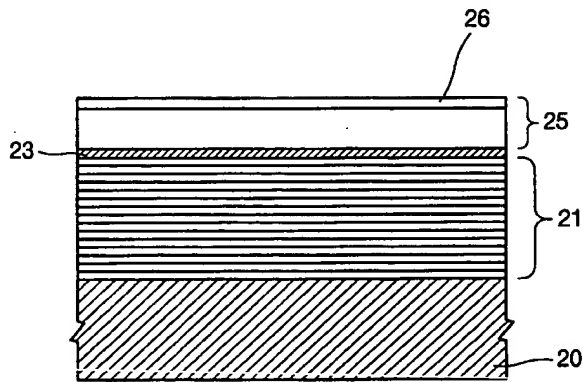
【도 2】



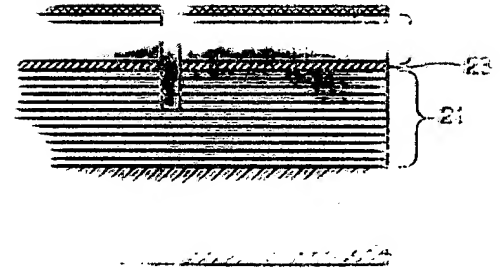
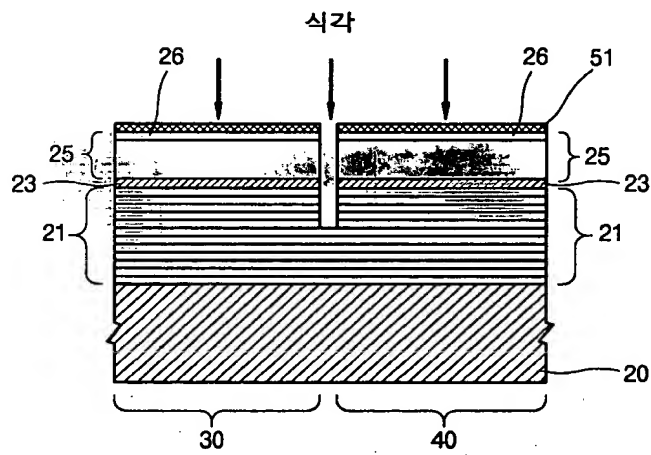
【도 3】



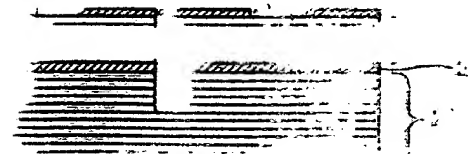
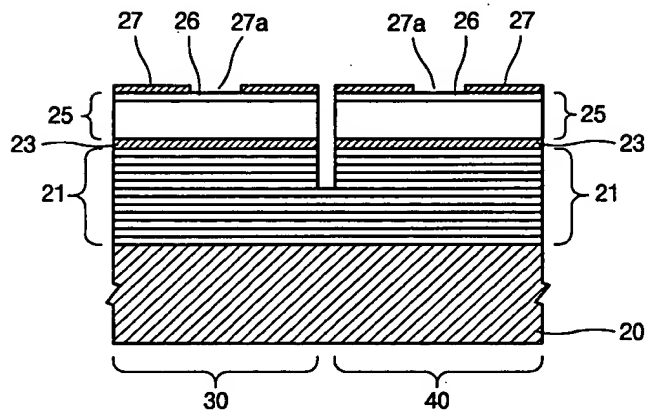
【도 4】



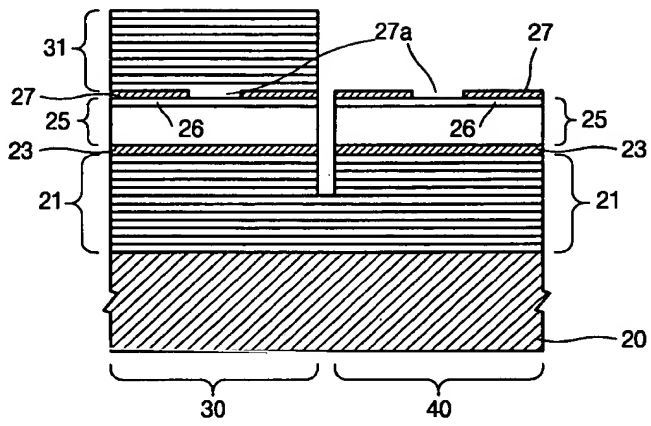
【도 5】



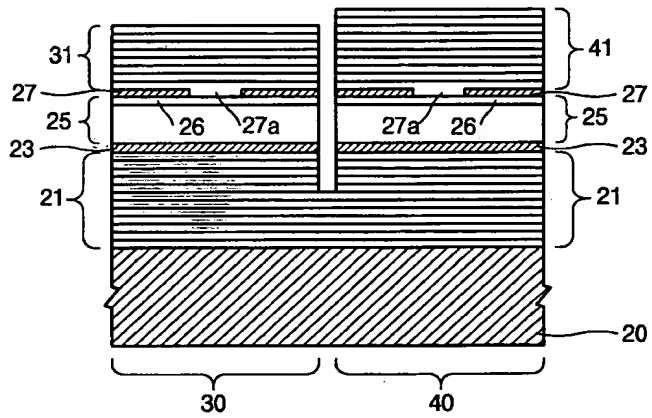
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

